

**EVALUASI EFEKTIVITAS MESIN COAL FEEDER DENGAN
PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) DI
PT. PEMBANGKITAN JAWA BALI SERVICES PLTU PAITON UNIT IX**

Oleh

Riza Virdian, Endang P.W. dan Erlina P.

Prodi Teknik Industri FTI-UPN"Veteran" Jawa Timur

Email : riza.virdianodp@gmail.com

ABSTRAK

PT. Pembangkitan Jawa Bali *Services* (PJB *Services*) adalah perusahaan jasa pembangkit listrik yang bergerak dalam bidang operasi dan pemeliharaan. PT. PJB *Services* pada saat ini memegang beberapa pembangkit listrik di Indonesia, khususnya di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton unit IX. PT. PJB *Services* yang bergerak dalam bisnis penyediaan listrik, juga tidak terlepas dari masalah yang berkaitan dengan efektifitas mesin/peralatan yang diakibatkan oleh enam kerugian besar (*six big losses*). TPM adalah salah satu metode yang dikembangkan di Jepang yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi perusahaan dengan menggunakan mesin/peralatan secara efektif. Salah satu tujuan TPM adalah untuk meningkatkan efektifitas dengan cara meningkatkan fungsi dan kinerja mesin/peralatan yang digunakan dan mengeliminasi *six big losses* yang terdapat pada mesin/peralatan. Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah mesin *coal feeder* yang berada di stasiun pembakaran (boiler). Tahapan pertama dalam usaha peningkatan efisiensi produksi pada perusahaan ini adalah dengan melakukan pengukuran efektifitas mesin *coal feeder* dengan menggunakan metode OEE yang kemudian dilanjutkan dengan pengukuran OEE *six big losses* dan dari faktor *six big losses* tersebut dicari faktor terbesar yang mengakibatkan rendahnya efisiensi mesin *coal feeder*.

Kata Kunci : *Six big losses, Total productive maintenance, Efektivitas mesin, OEE*

ABSTRACT

PT. Pembangkitan Jawa Bali *Services* (PJB *Services*) is a power generation services company that is engaged in operation and maintenance. PT. PJB *Services* currently holds some power plants in Indonesia, particularly in the Steam Power (power plant) Paiton units 9. PT. PJB *Services* is engaged in the business of supplying electricity, can not be separated from issues related to the effectiveness of the machinery / equipment caused by the six big losses (*six big losses*). TPM is one method that was developed in Japan that can be used to improve the productivity and efficiency of production companies using the machinery / equipment effectively. Improper handling and maintenance of machinery / equipment not only cause problems, but also damage other loss called *six big losses*. The object under study in this research is the engine that is in the feeder coal burning stations (boiler). The first step in efforts to increase efficiency in the production of this company is by measuring the effectiveness of coal feeder machine using OEE method followed by *six big losses* OEE measurements and the *six big losses* of factors is sought biggest factor resulting in engine efficiency coal feeder.

Key words : *Six big losses, Total productive maintenance, The effectiveness of the machine, OEE*

PENDAHULUAN

Usaha perbaikan pada industri manufaktur, dilihat dari segi peralatan adalah dengan meningkatkan efektifitas mesin/peralatan yang ada seoptimal mungkin. Pada prakteknya, seringkali usaha perbaikan yang dilakukan tersebut hanya pemborosan, karena tidak menyentuh akar permasalahan yang sesungguhnya.

PT. Pembangkitan Jawa Bali *Services* (PJB *Services*) adalah perusahaan jasa pembangkit listrik yang bergerak dalam bidang operasi dan pemeliharaan. PT. PJB *Services* pada saat ini memegang beberapa pembangkit listrik di Indonesia, khususnya di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton unit 9. PT. PJB *Services* yang bergerak dalam bisnis penyediaan listrik, juga tidak terlepas dari masalah yang berkaitan dengan efektifitas mesin/peralatan yang diakibatkan oleh enam kerugian besar (*six big losses*).

Salah satu permasalahan yang ada pada mesin di PT. Pembangkitan Jawa Bali *Services* yang berkaitan dengan perawatan adalah sering terjadi rusaknya pada mesin *coal feeder*. *Coal feeder* adalah mesin yang berfungsi untuk mengatur aliran jumlah batu bara yang masuk ke *pulverizer*.

Dengan demikian penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran serta identifikasi terhadap hal-hal yang menjadi kendala maupun manfaat-manfaat yang dapat diperoleh dari rencana sistem pemeliharaan dan akan memberikan usulan/evaluasi terhadap mekanisme pemeliharaan dan perbaikan mesin/peralatan pada perusahaan melalui penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM).

Landasan Teori

a. *Total Productive Maintenance* (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan salah satu konsep inovasi dari Jepang, dan Nippondenso adalah perusahaan pertama yang menerapkan dan mengembangkan konsep TPM pada tahun 1960. TPM menjadi sangat populer dan tersebar luas hingga keluar Jepang dengan sangat cepat. Hal ini terjadi karena dengan penerapan TPM mendapatkan hasil yang dramatis, yaitu peningkatan pengetahuan dan ketrampilan dalam produksi dan perawatan mesin bagi pekerja.

b. Definisi *Total Productive Maintenance* (TPM)

Matthew P. Stephens (2004) mengemukakan bahwa “*the objective of TPM is to provide a continuous and overall improvement in equipment effectiveness through the active involvement and participation of all employees. TPM is not merely a maintenance program; it is an equipment management program. it combines and promotes the concepts of continuous, total quality improvement and employee empowerment. TPM aims to achieve zero breakdowns and zero defect by making the operator a partner in the maintenance and equipment management efforts*”. Tujuan TPM adalah untuk memberikan perbaikan yang berkesinambungan dan menyeluruh dalam efektivitas peralatan melalui keterlibatan aktif dan partisipasi seluruh karyawan. TPM bukan hanya program pemeliharaan, itu adalah program manajemen peralatan. menggabungkan dan mempromosikan konsep berkelanjutan, perbaikan kualitas total dan pemberdayaan karyawan. TPM bertujuan untuk mencapai nol kerusakan dan *zero defect* dengan menjadikan operator sebagai mitra dalam pemeliharaan dan upaya manajemen peralatan.

c. Karakteristik *Total Productive Maintenance* (TPM)

Karakteristik *Total Productive Maintenance* (TPM) terdiri dari :

1. Motif *Total Productive Maintenance* :

- Mengadopsi pendekatan *life cycle* untuk meningkatkan performa dan *realibility* mesin.
- Meningkatkan produktivitas dengan memotivasi operator disertai
- Dengan perluasan tanggung jawab pekerjaan.

- d. Menggunakan peran *maintenance staff* untuk fokus pada *machine failure* dan bertanggung jawab terhadap kelancaran permesinan.
- 2. Keunikan *Total Productive Maintenance* :
Operator dan *maintenance staff* berkolaborasi untuk menjamin dan membuat mesin dapat terus menerus berjalan dengan baik.
- 3. Tujuan *Total Productive Maintenance* :
 - a. Bertujuan untuk mencapai *zero defect*, *zero breakdown* dan *zero accident*.
 - b. Mengkolaborasikan dan melibatkan seluruh *operator*, *maintenance staff*, dan *production engineering staff* yang terkait dalam pertanggung jawaban permesinan, serta seluruh karyawan pada umumnya.
 - c. Fokus pada pengurangan *defect* dan *self maintenance*.
 - d. Menuntut operator untuk dapat mengatasi kerusakan ringan yang terjadi pada mesin sehingga tidak menjadi kerusakan mesin kronis.
- 4. Keuntungan Langsung *Total Productive Maintenance* :
 - a. Meningkatkan produktivitas dan efisiensi permesinan.
 - b. Mengurangi *manufacturing cost*.
 - c. Mengurangi kecelakaan kerja.
 - d. Memuaskan keinginan konsumen terhadap produk yang dihasilkan.
- 5. Keuntungan Tidak Langsung *Total Productive Maintenance* :
 - a. Meningkatkan kepuasan dan kepercayaan diri operator dan karyawan pada umumnya.
 - b. Menjaga lingkungan kerja tetap bersih, rapi dan menarik.
 - c. Membawa kebiasaan baik bagi operator.
 - d. Saling berbagi pengetahuan dan pengalaman terkait.

d.Keuntungan TPM

Apabila *TPM* berhasil diterapkan, maka keuntungan-keuntungan yang akan diperoleh perusahaan sebagai berikut:

- 1. Untuk Operator Produksi
 - a. Lingkungan kerja yang lebih bersih, rapi dan aman sehingga dapat meningkatkan efektifitas kerja operator.
 - b. Kerusakan ringan dari mesin dapat langsung diselesaikan oleh operator.
 - c. Efektivitas mesin itu sendiri dapat ditingkatkan.
 - d. Kesempatan operator untuk menambah keahlian dan pengetahuan serta
 - e. Melakukan perbaikan dan metode kerja yang lebih baik dan lebih efisien.
- 2. Untuk Departemen Pemeliharaan
 - a. Mesin, peralatan, dan lingkungan kerja selalu bersih dan dalam kondisi yang baik.
 - b. Frekuensi dan jumlah pemeliharaan darurat semakin berkurang, departemen pemeliharaan hanya mengerjakan pekerjaan yang membutuhkan keahlian khusus saja.
 - c. Waktu untuk melakukan *preventive maintenance* lebih banyak dan mempunyai kesempatan untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan.

e. Enam Kerugian Utama (Six Big Losses)

Objektivitas dari setiap kegiatan perawatan dan perbaikan dalam produksi adalah menaikkan produktivitas dengan meminimalkan biaya-biaya yang menyangkut penjaminan tingkat produktivitas. Berkaitan dengan *preventive maintenance*, efektifitas peralatan menjamin pada kelancaran produksi dan minimasi dalam biaya perawatan dan perbaikan. *Total preventive maintenance* mengarah pada usaha untuk memaksimalkan output dengan menjaga kondisi operasi ideal dan mengoperasikan alat dengan efektif. Sebuah mesin ataupun peralatan yang mengalami *breakdown*, pengurangan kecepatan secara periodik, penurunan spesifikasi output, dan *defect* merupakan sasaran untuk

dilakukan efektifitas, baik dengan jalan perbaikan maupun perawatan dengan seksama. (Steven Boris: 2006)

Tujuan dari perhitungan *six big losses* ini adalah untuk mengetahui nilai efektivitas keseluruhan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Dari nilai OEE ini dapat diambil langkah-langkah untuk memperbaiki atau mempertahankan nilai tersebut. Keenam kerugian tersebut dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu :

1. *Downtime Losses*, terdiri dari :

- a. *Breakdown Losses Equipment Failures* yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan tentu saja akan menyebabkan kerugian, karena kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan output. Hal ini akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia dan kerugian material serta produk cacat yang dihasilkan semakin banyak.
- b. *Setup and Adjustment Losses*/kerugian karena pemasangan dan penyetelan adalah semua waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan penggantian satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya.

2. *Speed Loss*, terdiri dari :

- a. *Idling and Minor Stoppage Losses* disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin. Kenyataannya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak. Ketika operator tidak dapat memperbaiki pemberhentian yang bersifat *minor stoppage* dalam waktu yang telah ditentukan, dapat dianggap sebagai suatu *breakdown*.
- b. *Reduced Speed Losses* yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi) terjadi jika kecepatan aktual operasi mesin/peralatan lebih kecil dari kecepatan optimal atau kecepatan mesin yang dirancang.

3. *Defect Loss*, terdiri dari :

- a. *Process Defect* yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, biaya tambahan untuk pengerjaan ulang dan limbah produksi meningkat. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun untuk memperbaiki produk yang cacat. Walaupun waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki produk cacat hanya sedikit, kondisi ini dapat menimbulkan masalah yang lebih besar.
- b. *Reduced Yield Losses* disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku.

j. Diagram Pareto

Diagram Pareto pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli ekonomi dari Italia, bernama *Vilfredo Pareto* pada tahun 1897 dan kemudian digunakan oleh *Dr. M. Juratt* dalam bidang pengendalian mutu. Alat bantu ini biasa digunakan untuk menganalisa suatu fenomena, agar dapat diketahui hal-hal yang prioritas dari fenomena tersebut.

Pada suatu diagram pareto akan dapat diketahui, suatu faktor merupakan faktor yang paling prioritas dibandingkan faktor-faktor minimal 4 faktor lainnya, karena faktor tersebut berada pada urutan terdepan, terbanyak atau pun tertinggi pada deretan sejumlah faktor yang dianalisa. Melalui dua diagram pareto yang diperbandingkan, akan dapat dilihat perubahan seluruh/sebagian faktor-faktor yang sedang diteliti.

k. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *six big losses* peralatan. Pengukuran OEE ini didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu :

1. Availability Ratio

Availability ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned}$$

Loading time adalah waktu yang tersedia (*available time*) perhari atau perbulan dikurangi dengan waktu *downtime* mesin yang direncanakan (*planned downtime*).

$$\text{Loading Time} = \text{Total Available Time} - \text{Planned Downtime}$$

Operation time merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*). Dengan kata lain, *operation time* adalah waktu operasi yang tersedia setelah waktu-waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari *total available time* yang direncanakan.

2. Performance Ratio

Performance ratio merupakan suatu *ratio* yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang.

Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency* adalah:

- Ideal cycle time* (waktu siklus ideal)
- Processed amount* (jumlah produk yang diproses)
- Operation time* (waktu operasi mesin)

Formula pengukuran rasio ini adalah :

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Theoretical Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

3. Quality Ratio atau Rate of Quality Product.

Quality ratio atau *rate of quality product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

1. Diagram Sebab Akibat (Fishbone Cause and Effect Diagram)

Diagram sebab akibat adalah gambar pengubahan dari garis dan simbol yang didesain untuk mewakili hubungan yang bermakna antara akibat dan penyebabnya. Dikembangkan oleh *Dr. Kaoru Ishikawa* pada tahun 1943 dan terkadang dikenal dengan diagram *Ishikawa*.

Diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan analisis yang lebih terperinci untuk menemukan penyebab- penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian dan kesenjangan yang ada. Diagram sebab akibat dapat digunakan apabila pertemuan diskusi dengan menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi, diperlukan analisis lebih terperinci dari suatu masalah dan terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dan akibat. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada 5 faktor penyebab utama signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu : 1). Manusia (*man*), 2). Metode Kerja (*work method*), 3).

Mesin/peralatan kerja lainnya (*machine/equipment*), 4).Bahan Baku (*raw material*),5). Lingkungan Kerja (*work environment*)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di PT. Pembangkitan Jawa Bali *Services* yang berlokasi di JL.Surabaya-Situbondo Km.141, Paiton-Probolinggo. Penelitian dilakukan selama bulan Januari-Desember 2014 dengan judul “Evaluasi efektivitas mesin *coal feeder* dengan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) di PT. Pembangkitan Jawa Bali *Services* PLTU Paiton unit 9”.

Variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian adalah :

- Variabel Dependent* (Variabel terikat), dalam penelitian ini adalah metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).
- Variabel Independent* (Variabel bebas), adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel akibat (variabel independen). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah : *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Rate of Quality Product*.

TPM adalah untuk meningkatkan efektivitas dengan cara meningkatkan fungsi dan kinerja mesin/peralatan yang digunakan dan mengeliminasi *six big losses* yang terdapat pada mesin/peralatan. Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah mesin *coal feeder* yang berada di stasiun pembakaran (boiler)

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data Produksi

Data produksi di PT. PJB *Services* disajikan di Tabel 1. Data ini merupakan rekapitulasi dari laporan produksi PT. PJB *Services* PLTU Paiton Unit IX.

Tabel 1. Data Produksi *Coal Feeder* Bulan Januari-Desember 2014

Bulan	Produksi <i>Coal Feeder</i> (Kg)
Januari 2014	1.615.980
Februari 2014	1.825.730
Maret 2014	1.750.690
April 2014	1.530.644
Mei 2014	1.610.140
Juni 2014	1.715.176
Juli 2014	1.499.500
Agustus 2014	1.598.736
September 2014	1.643.190
Oktober 2014	1.580.300
November 2014	1.635.120
Desember 2014	1.710.250

(Sumber : PT. PJB *Services*)

Tabel 2. Data Produksi, *Processed Amount*, dan *Defect Amount Coal Feeder* Bulan Januari-Desember 2014

Bulan	Produksi <i>Coal Feeder</i> (Kg)	<i>Processed Amount</i> (Kg)	<i>Defect Amount</i> (Kg)		
			<i>Scrap</i>	<i>Rework</i>	Total
Januari 2014	1.615.980	1.575.160	19.470	21.350	40.820
Februari 2014	1.825.730	1.795.130	14.712	15.888	30.600
Maret 2014	1.750.690	1.697.445	23.726	29.519	53.245
April 2014	1.530.644	1.485.180	22.187	23.277	45.464
Mei 2014	1.610.140	1.565.299	21.980	22.861	44.841
Juni 2014	1.715.176	1.685.110	14.510	15.556	30.066
Juli 2014	1.499.500	1.460.125	18.895	20.480	39.375
Agustus 2014	1.598.736	1.560.175	17.290	21.271	38.561
September 2014	1.643.190	1.600.150	20.790	22.250	43.040
Oktober 2014	1.580.300	1.550.187	14.867	15.246	30.113
November 2014	1.635.120	1.603.109	15.790	16.221	32.011
Desember 2014	1.710.250	1.680.130	14.799	15.321	30.120

(Sumber : PT. PJB *Services*)

b. Data Jam Kerja dan Delay Mesin

Dari hasil pengamatan pada mesin *coal feeder* di stasiun *boiler*, faktor-faktor yang menyebabkan *delay* pada mesin *coal feeder* adalah:

Tabel 3. Data Jam Kerja dan Delay Mesin Coal Feeder Bulan Januari-Desember 2014

Bulan	Available Time (Jam)	Data Delay Machine							
		Schedule Shutdown (Jam)	Set-up Spare part (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Machine Cleaning (Jam)	Warm-up Time (Jam)	Machine Break (Jam)	Power Cut-off (Jam)	Total Delay (Jam)
Januari 2014	416	1,5	3,2	30,6	12,5	1,25	13,3	1,09	63,44
Februari 2014	384	1,3	1	31,9	14,8	1,30	12,5	1,95	64,75
Maret 2014	416	0,9	3,5	32,9	17,5	1,10	14,5	1,12	71,52
April 2014	416	0,8	5	23,9	10,9	1,05	10,3	1,23	53,18
Mei 2014	416	1,6	5,3	43,24	9,8	1,02	13,8	1,15	75,91
Juni 2014	416	2,7	4,9	42,9	9,9	1,32	12,4	1,35	75,47
Juli 2014	416	1,4	4,2	40,9	10,3	1,09	13	1,4	72,29
Agustus 2014	416	1,5	5,1	37,6	12,4	1,19	12,9	2,13	72,82
September 2014	416	1,2	6,3	42,9	13,6	1,05	8,71	1,52	75,28
Oktober 2014	416	0	3,9	23,7	9,1	1,25	11,8	1,4	51,15
November 2014	416	1,7	4,1	30,8	8,9	1,05	9,3	1,39	56,64
Desember 2014	416	1,3	4,4	32	7,9	1,32	12,3	1,09	60,31

(Sumber : PT. FJB Services)

c. Penentuan Availability Ratio

Availability merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan, terhadap *loading time*. Rumus yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Availability} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%
 \end{aligned}$$

Operation Time dihitung dengan rumus :

$$\text{Loading Time} = \text{Total Available Time} - \text{Planned Downtime}$$

Loading time adalah waktu yang tersedia perbulan dikurangi dengan waktu *downtime* yang telah ditetapkan oleh perusahaan (*planned downtime*).

$$\text{Loading Time} = \text{Available Time} - \text{Planned Downtime}$$

Berdasarkan Tabel 3 hasil perhitungan *loading time* untuk bulan Januari 2014 sebagai berikut :

$$\text{Loading Time} = 416 - 30,6 = 385,4$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *loading time* bulan Februari-Desember 2014 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Loading Time Bulan Februari-Desember 2014

Bulan	Available Time (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Loading Time (Jam)
Januari 2014	416	30,6	385,4
Februari 2014	384	31,9	352,1
Maret 2014	416	32,9	383,1
April 2014	416	23,9	392,1
Mei 2014	416	43,24	372,76
Juni 2014	416	42,9	373,1
Juli 2014	416	40,9	375,1
Agustus 2014	416	37,6	378,4
September 2014	416	42,9	373,1
Oktober 2014	416	23,7	392,3
November 2014	416	30,8	385,2
Desember 2014	416	32	384

Downtime mesin merupakan waktu dimana mesin tidak dapat melakukan operasi sebagaimana mestinya karena adanya gangguan terhadap mesin/peralatan. Pada mesin *coal feeder*, faktor-faktor yang menyebabkan *downtime* adalah pencucian mesin, *schedule shutdown*, penyetelan *spare part*, *power cut-off*, dan *machine break*. Hasil perhitungan *downtime* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan *Downtime* Bulan Februari-Desember 2014

Bulan	<i>Schedule Shutdown</i> (Jam)	<i>Machine Cleaning</i> (Jam)	<i>Set-up Sparepart</i> (Jam)	<i>Machine Break</i> (Jam)	<i>Power Cut-off</i> (Jam)	<i>Total Downtime</i> (Jam)
Januari 2014	1,5	12,5	3,2	13,3	1,09	31,59
Februari 2014	1,3	14,8	1	12,5	1,95	31,55
Maret 2014	0,9	17,5	3,5	14,5	1,12	37,52
April 2014	0,8	10,9	5	10,3	1,23	29,23
Mei 2014	1,6	9,8	5,3	13,8	1,15	31,65
Juni 2014	2,7	9,9	4,9	12,4	1,35	31,25
Juli 2014	1,4	10,3	4,2	13	1,4	30,3
Agustus 2014	1,5	12,4	5,1	12,9	2,13	34,03
September 2014	1,2	13,6	6,3	8,71	1,52	31,33
Oktober 2014	0	9,1	3,9	11,8	1,4	26,2
November 2014	1,1	8,9	4,1	9,3	1,39	23,4
Desember 2014	1,3	7,9	4,4	12,3	1,09	26,99

Berdasarkan Tabel 4 dan 5 perhitungan *availability* untuk bulan Januari 2014 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Availability} &= \frac{\text{Loading Time} - \text{Down Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{385,4 - 31,59}{385,4} \times 100\% \\
 &= 91,8\%
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *availability* bulan Februari-Desember 2014 disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan *Availability Ratio* Bulan Februari-Desember 2014

Bulan	<i>Loading Time</i> (Jam)	<i>Total Downtime</i> (Jam)	<i>Operation Time</i> (Jam)	<i>Availability</i> (%)
Januari 2014	385,4	31,59	353,81	91,8
Februari 2014	352,1	34,55	317,55	90,1
Maret 2014	383,1	37,52	345,58	90,2
April 2014	392,1	29,23	363,87	92,8
Mei 2014	372,76	31,65	341,11	91,5
Juni 2014	373,1	31,25	341,85	91,6
Juli 2014	375,1	30,3	344,8	91,9
Agustus 2014	378,4	34,03	344,37	91
September 2014	373,1	31,33	341,77	91,6
Oktober 2014	392,3	26,2	366,1	93,3
November 2014	385,2	23,4	361,8	93,9
Desember 2014	384	26,99	357,01	92,9

d. Perhitungan *Performance Efficiency*

Perhitungan *performance efficiency* di mulai dengan perhitungan *ideal Cycle Time*. *Ideal cycle time* merupakan waktu siklus ideal mesin dalam mengalirkan batu bara ke dalam *pulverizer*. Untuk menghitung *ideal cycle time* maka perlu diperhatikan persentase jam kerja terhadap *delay*, dimana jam kerja adalah :

$$\% \text{ Jam Kerja} = 1 - \frac{\text{Available Time}}{\text{Total Delay}} \times 100\%$$

Berdasarkan Tabel 6 perhitungan *Performance Efficiency* pada bulan Januari 2014 adalah:

$$\begin{aligned}\% \text{ Jam Kerja} &= 1 - \frac{416}{63,44} \times 100\% \\ &= 84,75\%\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka persentasi jam kerja efektif bulan Februari-Desember 2014 disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Persentase Jam Kerja Efektif Bulan Februari-Desember 2014

Bulan	Available Time (Jam)	Total Delay (Jam)	Available Time (%)
Januari 2014	416	63,44	84,75
Februari 2014	384	64,75	83,13
Maret 2014	416	71,52	82,8
April 2014	416	53,18	87,21
Mei 2014	416	75,91	81,75
Juni 2014	416	75,47	81,85
Juli 2014	416	72,29	82,62
Agustus 2014	416	72,82	82,49
September 2014	416	75,28	81,9
Oktober 2014	416	51,15	87,7
November 2014	416	56,64	83,38
Desember 2014	416	30,31	85,5

Berdasarkan Tabel 1, 6 dan 7 perhitungan Waktu siklus ideal pada bulan Januari 2014 adalah:

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus} &= \frac{\text{Loading Time}}{\text{Produksi coal feeder}} \\ &= \frac{385,4}{1.615.980} = 0,000238 \text{ Jam/Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus ideal} &= \text{Waktu siklus} \times \% \text{ Jam kerja} \\ &= 0,000238 \text{ Jam/Kg} \times 84,75\% \\ &= 0,000212 \text{ Jam/Kg}\end{aligned}$$

Dengan demikian, perhitungan waktu siklus ideal untuk bulan Januari 2014 sampai dengan bulan Desember 2014 disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan Ideal Cycle Time Bulan Februari-Desember 2014

Bulan	Produksi Coal Feeder (Kg)	Loading Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Kg)
Januari 2014	1.615.980	385,4	0,000212
Februari 2014	1.825.730	352,1	0,000160
Maret 2014	1.750.690	383,1	0,000181
April 2014	1.530.644	392,1	0,000223
Mei 2014	1.610.140	372,76	0,000189
Juni 2014	1.715.176	373,1	0,000178
Juli 2014	1.499.500	375,1	0,000209
Agustus 2014	1.598.736	378,4	0,000195
September 2014	1.643.190	373,1	0,000185
Oktober 2014	1.580.300	392,3	0,000217
November 2014	1.635.120	385,2	0,000203
Desember 2014	1.710.250	384	0,000191

Berdasarkan Tabel 2, 6 dan 8 perhitungan *performance efficiency* untuk bulan Januari 2014 adalah:

$$\begin{aligned}\text{Performance Efficiency} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\ &= \frac{1.575.160 \times 0,000212}{353,81} \times 100\% \\ &= 94,38\%\end{aligned}$$

Tabel 9. Perhitungan *Performance Efficiency* Bulan Februari-Desember 2014

Bulan	Coal Feeder (Kg)	Ideal Cycle Time (Jam)	Operation Time (Jam)	Performance Efficiency (%)
Januari 2014	1.575.160	0,000212	353,81	94,38
Februari 2014	1.795.130	0,000160	317,55	90,44
Maret 2014	1.697.445	0,000181	345,58	88,9
April 2014	1.485.180	0,000223	363,87	91
Mei 2014	1.565.299	0,000189	341,11	86,72
Juni 2014	1.685.110	0,000178	341,85	87,74
Juli 2014	1.460.125	0,000209	344,8	87,23
Agustus 2014	1.560.175	0,000195	344,37	88,34
September 2014	1.600.150	0,000185	341,77	86,61
Oktober 2014	1.550.187	0,000217	366,1	91,88
November 2014	1.603.109	0,000203	361,8	89,94
Desember 2014	1.680.130	0,000191	357,01	89,88

e. Perhitungan *Rate of Quality Product*

Rate of quality product merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah :

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

Berdasarkan Tabel 9 perhitungan *Rate of Quality Product* untuk bulan Januari 2014 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Rate of Quality Product} &= \frac{1.575.160 - 40.820}{1.575.160} \times 100\% \\ &= 97,40\% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *rate of quality product* untuk bulan Januari 2014 sampai dengan April 2015 disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan *Rate of Quality Product* Bulan Februari-Desember 2014

Bulan	Processed Amount (Kg)	Defect Amount (Kg)	Rate of Quality (%)
Januari 2014	1.575.160	40.820	97,40
Februari 2014	1.795.130	30.600	98,29
Maret 2014	1.697.445	53.245	96,86
April 2014	1.485.180	45.464	96,93
Mei 2014	1.565.299	44.841	97,13
Juni 2014	1.685.110	30.066	98,21
Juli 2014	1.460.125	39.375	97,30
Agustus 2014	1.560.175	38.561	97,52
September 2014	1.600.150	43.040	97,31
Oktober 2014	1.550.187	30.113	98,05
November 2014	1.603.109	32.011	98
Desember 2014	1.680.130	30.120	98,2

f. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Untuk mengetahui besarnya efektivitas mesin/peralatan secara keseluruhan di PT. PJB Services PLTU Patiton Unit IX, maka terlebih dahulu harus diperoleh nilai -nilai *availability ratio*, *performance efficeience* dan *rate of quality product*. Nilai OEE dihitung dengan rumus :

$$OEE = \text{Availability} (\%) \times \text{Performance Efficiency} (\%) \times \text{Rate of Quality Product} (\%)$$

Berdasarkan Tabel 6, Tabel 9 dan Tabel 10 perhitungan *OEE* untuk bulan Januari 2014 adalah:

$$OEE = 91,8 \times 94,38 \times 97,4 = 84,38$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *OEE* untuk bulan Januari 2014 - Desember 2014 disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Perhitungan OEE Bulan Februari-Desember 2014

Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	OEE (%)
Januari 2014	91,8	94,38	97,4	84,38
Februari 2014	90,1	90,44	98,29	80,09
Maret 2014	90,20	88,9	96,86	77,66
April 2014	92,8	91	96,93	81,85
Mei 2014	91,5	86,72	97,13	77,07
Juni 2014	91,62	87,74	98,21	78,94
Juli 2014	91,9	87,23	97,3	77,99
Agustus 2014	91	88,34	97,52	78,39
September 2014	91,6	86,61	97,31	77,2
Oktober 2014	93,32	91,88	98,05	84,07
November 2014	93,92	89,94	98	82,78
Desember 2014	92,97	89,88	98,2	82,05

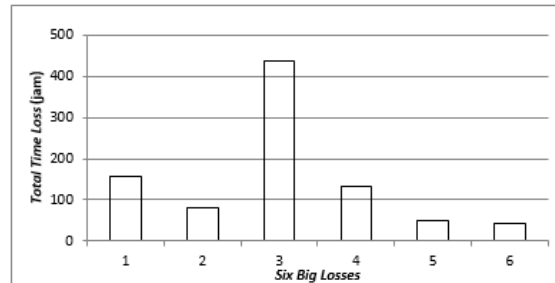
g. Pengaruh Six Big Losses

Untuk melihat lebih jelas *six big losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin, maka akan dilakukan perhitungan *time loss* untuk masing-masing faktor dalam *six big losses* tersebut seperti yang terlihat pada hasil perhitungan di Tabel 12.

Tabel 12. Persentase Faktor Six Big Losses Mesin Coal Feeder

No.	Six Big Losses	Total Time Loss (Jam)	Persentase (%)
1.	Breakdown Loss	161,63	17,63
2.	Set up and Adjustment Loss	83,19	9,07
3.	Reduced Speed Loss	443,68	48,41
4.	Idling Minor Stoppages Loss	137,6	15,01
5.	Rework Loss	46,89	5,11
6.	Yield/ Scrap Loss	43,39	4,73
Total		916,38	

Persentase *time loss* dari keenam faktor tersebut juga akan lebih jelas lagi diperlihatkan dalam bentuk histogram yang terlihat pada Gambar 3.



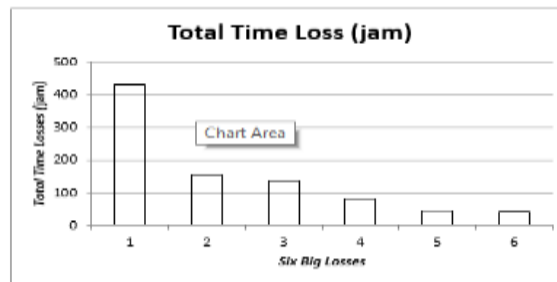
Gambar 3. Histogram Persentase Faktor Six Big Losses Mesin Coal Feeder

Dari histogram dapat dilihat bahwa faktor yang memiliki persentase terbesar dari keenam faktor tersebut adalah *reduced speed losses* sebesar 48,41%. Untuk melihat urutan persentase keenam faktor tersebut mulai yang terbesar dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Pengurutan Persentase Faktor Six Big Losses Mesin Coal Feeder

No.	Six Big Losses	Total Time Loss (Jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1.	Reduced Speed Loss	443,68	48,41	48,41
2.	Breakdown Loss	161,63	17,63	66,04
3.	Idling Minor Stoppages Loss	137,6	15,01	81,05
4.	Set up and Adjustment Loss	83,19	9,07	90,12
5.	Rework Loss	46,89	5,11	95,23
6.	Yield/ Scrap Loss	43,39	4,73	100
Total		916,38		

Dari hasil pengurutan persentase faktor *six big losses* tersebut akan digambarkan diagram paretonya sehingga terlihat jelas urutan dari keenam faktor yang mempengaruhi efektivitas di mesin *coal feeder*. Diagram Pareto ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Pareto Persentase Faktor Six Big Losses Mesin Coal Feeder Bulan Januari-Desember 2014

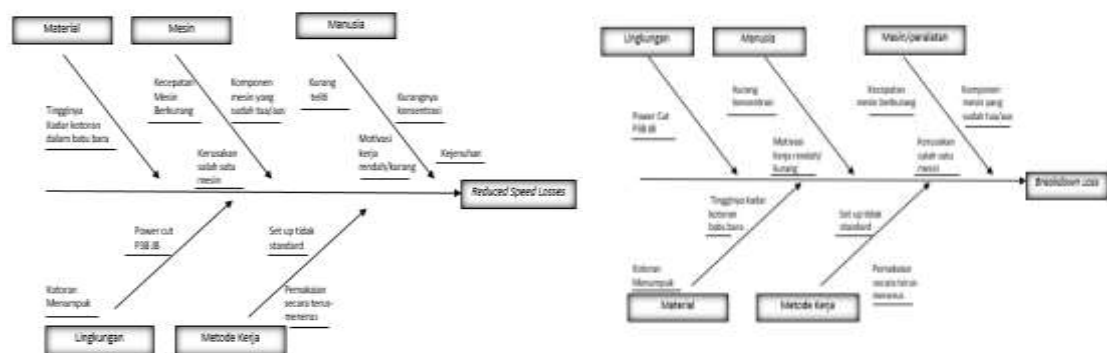
h. Diagram Sebab Akibat/Fishbone

Melalui diagram pareto dapat dilihat bahwa faktor yang memberikan kontribusi terbesar dari faktor *six big losses* tersebut adalah *reduce speed loss* sebesar 48,41% diikuti dengan faktor *breakdown loss* sebesar 17,63%.

Menurut Aturan Pareto (aturan 80%) maka nilai persentase kumulatif mendekati atau sama dengan 80% menjadi prioritas permasalahan yang akan dibahas selanjutnya. Oleh karena itu, kedua faktor inilah yang akan dianalisa dengan menggunakan *cause and effect* diagram.

i. Diagram Sebab Akibat Reduced Speed Loss dan Breakdown Loss

Dalam diagram sebab akibat pada Gambar 5. berikut akan diketahui penyebab tingginya faktor *reduce speed loss* dan *breakdown loss*.



Gambar 5. Diagram Sebab Akibat *Reduce Speed Loss* dan *Breakdown Loss*.

j. Diagram Sebab Akibat Breakdown Loss

Dalam diagram sebab akibat pada Gambar 5. berikut akan diketahui penyebab tingginya faktor *Reduced Speed Loss* dan *Breakdown loss*.

Analisa diagram sebab akibat untuk faktor *reduced speed loss* dan *breakdown loss* adalah sebagai berikut :

1. Manusia/operator

- Pemanfaatan waktu istirahat yang tidak cukup menyebabkan kurangnya konsentrasi operator, sehingga akan mengakibatkan pengaturan kerja mesin/peralatan yang beroperasi dilantai pabrik kurang diperhatikan.
- Kurang telitinya operator dalam mengatur batu bara yang mengalir menuju mesin pabrik sehingga akan mengakibatkan rendahnya beban listrik yang dihasilkan.

2. Mesin/Peralatan

- a. Komponen mesin yang sudah tua dan aus serta menurunnya arus listrik mesin menyebabkan mesin cepat rusak.
- b. Kerusakan pada salah satu mesin menyebabkan menurunnya kemampuan mesin dalam kegiatan produksi sehingga dapat menghambat kelancaran produksi.

3. Material/Bahan Baku

Tingginya kadar kotoran dalam batu bara akibat dari lantai pabrik yang kotor sehingga akan mengurangi kinerja mesin lainnya.

4. Lingkungan

Putusnya hubungan listrik (*shut down*) dari P3B JB (Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa Bali) menyebabkan matinya semua mesin yang beroperasi, sehingga ketika mesin dihidupkan maka kecepatan mesin tidak dapat langsung kembali ke kecepatan semula.

5. Metode Kerja

Proses produksi yang berjalan secara kontinu menyebabkan pemakaian mesin secara terus menerus, ini menyebabkan kondisi mesin harus prima. Dalam hal ini operator juga harus memonitoring performansi mesin/peralatan tersebut.

k. Analisa Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Analisa perhitungan *overall equipment effectiveness* di PT. Pembangunan Jawa Bali Services dilakukan untuk melihat tingkat efektivitas penggunaan mesin di *Coal Feeder* selama bulan Mei 2014-April 2015. Pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ini merupakan perkalian antara *Availability Ratio*, *Performance Efficiency* dan *Rate of Quality Products*.

1. Selama periode Mei 2014-April 2015 diperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang berkisar antara 77,07%-84,38% dan hasil rasio *performance efficiency* yang berkisar antara 86,61%-94,38%. Dan rasio *availability* sudah tetap berada antara 90,1%- 93,92%.
2. Nilai OEE tertinggi pada bulan Mei 2014 sebesar 84,38%. Hal ini disebabkan karena tingginya tingkat rasio *performance efficiency* yang digunakan mencapai 94,38% dan *availability ratio* sebesar 91,8% sedangkan *rate of quality products* sebesar 97,40%.

l. Evaluasi /Usulan Pemecahan Masalah

Mengeliminasi Six Big Losses

Berdasarkan perhitungan persentase *total time loss* dari diagram pareto faktor *six big losses* dapat diketahui bahwa persentase faktor *reduce speed loss* dan *breakdown* -lah yang memiliki persentase terbesar dan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dalam efektivitas mesin. Oleh sebab itu perlu dirumuskan usulan pemecahan masalah untuk *reduced speed loss* dan *breakdown loss*.

Usulan peningkatan efektivitas mesin dapat dikembangkan melalui hasil analisis langkah-langkah perbaikan terhadap faktor penghambat usaha peningkatan efektivitas mesin. Langkah-langkah yang dapat dilaksanakan antara lain :

1. Langkah-langkah perbaikan terhadap faktor mesin produksi

Ketersediaan (*availability*) mesin-mesin produksi yang siap digunakan dalam kegiatan produksi sangat penting. Mesin yang digunakan tidak boleh mengalami kerusakan yang lama karena akan mengganggu jalannya proses produksi sehingga akan mempengaruhi tingkat produktivitas. Langkah-langkah untuk mengatasi masalah yang berhubungan dengan mesin ini adalah :

a. Meningkatkan perawatan/*maintenance* mesin harian dan bulanan yang terdiri atas :

- Pemeriksaan minyak pelumas.
- Membersihkan mesin bagian luar.
- Melakukan pemeriksaan terhadap putaran elektromotor pada mesin yang berfungsi untuk memutar.

- Melakukan pemeriksaan apabila terjadi kebocoran, baik kebocoran minyak pelumas, air, dan kotoran.
 - Melakukan pemeriksaan terhadap baut-baut yang longgar.
 - Melakukan penggantian onderdil mesin yang telah rusak dan *part* mesin.
- b. Melakukan studi untuk memperbaiki kinerja mesin *coal feeder* sehingga mesin ini dapat beroperasi dengan kinerja yang lebih baik dan dengan konsumsi energi yang lebih efisien.

2. Langkah-langkah perbaikan terhadap faktor tenaga kerja

Faktor tenaga kerja seharusnya mendapat perhatian lebih karena manusia merupakan bagian dari sistem kerja yang berperan sebagai variabel hidup, dengan berbagai sifat dan kemampuannya yang dapat memberi pengaruh besar terhadap keberhasilan usaha peningkatan efektivitas mesin.

Langkah-langkah yang dapat diambil untuk melakukan perbaikan faktor tenaga kerja adalah :

- a. Memberikan program pelatihan yang lebih efektif terhadap pekerja baru ataupun pekerja yang telah lama bekerja. Tujuan dari program pelatihan yang diberikan adalah untuk meningkatkan keterampilan operator sebelum ditempatkan di stasiun kerja. Setelah ditempatkan di stasiun kerja hendaknya dilakukan evaluasi secara berkala untuk mengetahui sejauh mana keterampilan yang telah dimiliki operator.
- b. Pihak manajemen seharusnya melakukan evaluasi terhadap penerapan dari studi waktu yang dilakukan di stasiun kerja sehingga mengetahui sejauh mana manfaat yang telah diperoleh dari hasil studi tersebut.
- c. Penerapan sanksi yang lebih tegas terhadap tenaga kerja yang kurang disiplin.
- d. Memberikan insentif yang sesuai untuk mendorong kinerja operator.

3. Langkah-langkah perbaikan terhadap faktor material

Langkah-langkah yang diambil untuk melakukan perbaikan faktor material antara lain : Pada stasiun kerja pembakaran batu bara ini, bahan baku yang diterima dari pemasok diperiksa dan disortir dari kotoran terlebih dahulu sebelum dialirkan di mesin.

4. Langkah-langkah perbaikan terhadap faktor lingkungan

Langkah-langkah yang diambil untuk melakukan perbaikan faktor material antara lain:

- a. Melakukan penggantian sumber tenaga listrik dengan *emergency diesel generator*, bila sewaktu-waktu terjadi pemadaman arus listrik agar proses produksi tetap beroperasi.
- b. Membersihkan mesin dan area kerja selama proses produksi berlangsung dan mengolah limbah pabrik dengan ramah lingkungan.

5. Metode Kerja

Langkah-langkah yang diambil untuk melakukan perbaikan faktor material antara lain:

- a. Melakukan perbaikan dan perawatan untuk mengembalikan kondisi mesin.
- b. Menentukan standar pelaksanaan kerja dengan ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien) bagi para karyawan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan uraian hasil pengukuran OEE pada mesin *Coal Feeder* di PT. Pembangkitan Jawa Bali Services dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pengukuran tingkat efektivitas mesin dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Pembangkitan Jawa Bali Services yang perhitungan OEE-nya dimulai dari bulan Januari-Desember 2014 persentase terbesar berada pada bulan Januari 2014 sebesar 84,38% dan terendah pada bulan Mei 2014 sebesar 77,07%. Faktor yang memiliki persentase terbesar dari faktor *six big losses* mesin *Coal Feeder* adalah *reduced speed loss* sebesar 48,41%, *breakdown loss* sebesar

- 17,63%, *Idling minor and stoppages loss* sebesar 15,01%, *Setup and adjustment loss* sebesar 9,07%, *Rework loss* sebesar 5,11% dan *Scrap yield loss* sebesar 4,73%.
2. *Equipment failures* yang terjadi selama bulan Januari-Desember 2014 telah menyebabkan hilangnya keefektifitasan mesin/peralatan, dimana persentase terbesar *breakdown loss* terjadi pada bulan Februari 2014 sebesar 4,10% dan terendah pada bulan September 2014 sebesar 2,74%. *Set up and adjustment* mesin/peralatan juga mempengaruhi keefektifitasan penggunaan mesin/peralatan. Selama bulan Januari-Desember 2014 persentase terbesar terjadi pada bulan Juni 2014 sebesar 2,39% dan terendah pada bulan Oktober 2014 sebesar 1,31%. Persentase terbesar faktor efektivitas mesin yang hilang karena faktor *idling and minor stoppages loss* adalah pada bulan Maret 2014 sebesar 4,56% dan terendah pada periode Desember 2014 sebesar 2,05%. Persentase terbesar faktor efektivitas mesin yang hilang karena faktor *reduce speed losses* adalah pada bulan September 2014 sebesar 12,26% dan terendah pada bulan Januari 2014 sebesar 5,15%. Persentase terbesar faktor efektivitas mesin yang hilang karena faktor *reworkloss* adalah pada bulan Maret 2014 sebesar 1,39% dan terendah pada bulan Juni 2014 sebesar 0,74%. Persentase terbesar faktor efektivitas mesin yang hilang karena faktor *Yield scrap loss* adalah pada bulan April 2014 sebesar 1,26% dan terendah pada bulan Juni 2014 sebesar 0,69%.

Saran

Dari penelitian ini dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Hendaknya petunjuk pemeliharaan/IK (Instruksi Kerja) dan inspeksi rutin harus dilaksanakan dengan baik untuk menghindari kerusakan, sehingga waktu *breakdown* mesin dapat dieliminasi.
2. Perlu adanya penambahan personil *maintenance* dan penyediaan *spareparts* maupun persediaan *equipment* dalam perawatan dan pemeliharaan berjangka, haruslah tersedia melihat kondisi mesin sudah kritis agar kegiatan *maintenance* tidak terganggu yang nantinya akan merugikan perusahaan itu sendiri.
3. Perusahaan agar lebih memperhatikan kondisi mesin dengan memperkirakan waktu kerusakan mesin melalui perhitungan umur operasi untuk mengantisipasi kerusakan mesin dan dapat menetapkan langkah-langkah perawatan mesin dan penggantian komponen mesin sebelum terjadinya kerusakan mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2000. *Manajemen Penelitian*, Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Akhmad Said, Joko Susetyo. 2008. Dengan judul *Analisis Total Productive Maintenance* pada Lini Produksi Mesin Perkakas Guna Memperbaiki Kinerja Perusahaan.
- Pebri Tutar, Srihadi. 2008. Dengan judul *Implementasi Total Productive Maintenance* di PT. *Mitsubishi Kramayudha Motors And Manufacturing*.
- Corder, Anthony. 2002. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta : Erlangga.
- Borris, Steven. 2006. *Total Productive Maintenance*. Michigan : McGraw-Hill.
- Anonymous, 2011. *Materi Manajemen Perawatan*, (<http://kualitas.files.wordpress.com/2011/02/materi-man-perawatan-ke-11.pdf>)
- Wahjudi, Didik, Soejono Tjitro, dan Rhismawati Soeyono. 2009. *Studi Kasus Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Melalui Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)*. *Seminar Nasional Teknik Mesin IV*.
- Miko Hasriyono. 2009. *Evaluasi Efektivitas Mesin Dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Di PT. Hadi Baru*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Kumpulan Jurnal Internet., *Petra University* 2009.
- TPM (*Total Productive Maintenance*).2007. www.tpm.com. (April,27,2007)